مجلة جامعة الملك سعود، م٩، العلوم الإدارية (٢)، ص ص ٢١١ - ٢٣٠، الرياض (١٤١٧هـ/ ١٩٩٧م)

هياكل التكاليف التقليدية لصناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية : مصفاة الرياض (*)

مطلق مشعل الحارثي وعبدالمحمود محمد عبدالرحمن

قسم البحوث - شركة أرامكو - الظهران، قسم الاقتصاد - كلية العلوم الإدارية
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية
(قدم للنشر في ٢٣/ ١١/ ١٤١٥هـ، وقبل للنشر في ٢٨/ ١١/ ١٤١٦هـ)

ملخص البحث. يتناول هذا البحث دراسة أنماط التكاليف التقليدية في صناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية متخذاً من مصفاة الرياض ممثلة لقطاع التكرير بالمملكة، وذلك لتشابهها مع بقية المصافي من ناحية الحجم، والتقنية، العمر والاقتصاديات. ويستعمل البحث عدة دوال تقليدية متدرجًا من متواليات الحدود البسيطة إلى دالة كوب - دوجلاس بأشكالها المختلفة. وتتفوق دالة كوب - دوجلاس المقيدة للتجانس على ما عداها من الدوال وذلك حكمًا بالاعتبارات الإحصائية والاقتصادية المعتادة. وتشير النتائج إلى أن علاقة التكاليف - الإنتاج في المصفاة تتسم بأنها غير مرنة، كما أن أطر الإنتاج فيها تسودها أنماط وفورات الحجم الثابتة واقتصاديات الحجم الموجبة. وتتفق جملة النتائج المتحصل عليها مع حقيقة أن المصفاة تنتج في الأرجاء المتناقصة من التكاليف المتوسطة الكلية والتي تفوق التكاليف الحدية، أي أن الإنتاج يجري في المرحلة الأولى من مراحل الإنتاج المعروفة.

المقدمة

تم إنشاء المؤسسة العامة للبترول والمعادن (بترومين) (Petromin) عام ١٩٦٢م وعهد لها بمسؤولية تنمية وتطوير الصناعات البترولية والمعدنية كأساس لدورها في عملية تحويل الاقتصاد السعودي من اقتصاد يعتمد على مصدر واحد للدخل هو عائدات

(*) مستل من رسالة ماجستير مقدمة من الطالب مطلق مشعل الحارثي تحت إشراف الدكتور/ عبدالمحمود محمد عبدالرحمن بعنوان «دوال التكاليف لمصفاة الرياض» مقدمة لقسم الاقتصاد (بجامعة الملك سعود) ١٩٩٤م.

النفط إلى اقتصاد تتنوع فيه مصادر الدخل بحيث لا تقل أهمية عائدات الصناعات البتروكيماوية والمعدنية وغيرها فيه عن أهمية عائدات النفط [١، ص٣٥]. وقد قامت بترومين بإنشاء ثلاث مصاف محلية هي على التوالي مصفاة جدة، مصفاة الرياض ومصفاة ينبع. وتقوم هذه المصافي حاليًا بتغطية الاحتياجات المحلية للمناطق المختلفة من المملكة العربية السعودية من المنتجات البترولية المكررة. وقد انتقلت ملكية هذه المصافي إلى شركة «سمارك» في أواخر عام ١٩٨٩م، وتتبع هذه المصافي حاليًا شركة «أرامكو السعودية Saudi Aramco» حيث تم دمج سمارك مع أرامكو السعودية في أواخر عام ١٩٩٣م.

ونركز في بحثنا هذا على مصفاة الرياض بحكم أن ما ينطبق على مصفاة الرياض هو تقريبًا ما ينطبق على بقية المصافي وذلك نتيجة لتماثلها من ناحية الحجم، التقنية، العمر والاقتصاديات. فبالرغم من أن مصفاة الرياض قد قامت ببعض الإجراءات الاقتصادية بغرض تخفيض تكاليف الإنتاج إلى أقل مستوى ممكن، إلا أنها لا تزال تواجه مشكلة ارتفاع بعض بنود التكلفة مثل أجور العاملين وارتفاع أسعار المواد الخام - والتي تتمثل بصفة خاصة في ارتفاع تكلفة الكيماويات - بالإضافة إلى ارتفاع تكاليف الصيانة الدورية والتي تتعاظم بشكل مطرد مع تقادم المصفاة.

ونطرح في البحث دراسة مفصلة لهيكل التكاليف بهدف التعرف على طبيعة عوائد واقتصاديات الحجم لمصفاة الرياض من خلال قياس مرونات التكاليف المختلفة. ويحتوي الجزء الثاني على سرد لبعض المسائل الخاصة بصناعة التكرير نتعرض فيه لمصفاة الرياض وتاريخها. ويتناول الجزء الثالث المسائل المتعلقة بدوال التكاليف المستخدمة وخصائصها كما نعطي اهتمامًا خاصًا ومفصلاً بالمتغيرات الواردة في الدراسة والبيانات الخاصة بها. أما الجزء الرابع فيتعرض لنتائج التقديرات الخاصة بالنماذج المختلفة في الدراسة وندرج جزءًا أخيرًا كخاتمة للبحث.

صناعة التكرير بالمملكة العربية السعودية ومصفاة الرياض

يعتبر تكرير النفط أحد أهم مراحل التكامل الرأسي في الصناعة النفطية، ويتمثل في مجموع العمليات التي يتم بموجبها تحويل النفط الخام إلى منتجات قابلة للاستهلاك أو الاستخدام كمدخلات إنتاجية [٢، ص٤٣١]. وتشمل المنتجات وقود المحركات

وقود الإشعال المنزلي والصناعي، مذيبات، مزلقات، بتيومينات، . . . الخ. وتتألف عملية التكرير من ثلاث مجموعات متسلسلة من العمليات: عمليات فيزيائية (طبيعية) لتجزئة الزيت بالتقطير، ثم عمليات تحويل فيزيو كيميائية لزيادة الحصيلة من منتجات معينة من الخام الزيتي المعالج إعداداً لعمليات تكريرية لاحقة، وأخيراً عمليات التكرير الفعلية التي تنطوي على عمليات فيزيائية وكيميائية للحصول على طيف واسع من المنتجات النهائية التي تفي بالمعايير والمواصفات التجارية المطلوبة [٣، ص٣٨].

وتتسم صناعة التكرير بارتفاع حجم الاستثمارات اللازمة لإقامتها ووجود الوفورات الاقتصادية للحجم الكبير إضافة إلى كثافة الخبرات الفنية والتقنية المطلوبة لإنشاء وتشغيل المصافي. كما تكتسب الصناعة أهمية خاصة ضمن مساهمتها المهمة في تنويع مصادر الدخل في الدول المنتجة وزيادة القيمة المضافة للصناعة النفطية.

وقد أنشئت مصفاة الرياض في عام ١٩٧٤م بطاقة تكريرية قدرها ١٥,٠٠٠ برميل يوميّا وذلك للإسهام في تغطية احتياجات المنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية من المنتجات البترولية. وبحلول عام ١٩٧٨م ازداد الطلب على المنتجات البترولية بمعدل فاق التوقعات المحتملة وقدرة المصفاة على تغطية الاحتياجات. وقد تمت زيادة طاقة المصفاة لاحقًا إلى ٢٠,٠٠٠ برميل يوميّا بإجراء بعض التعديلات في وحدات الإنتاج وشبكة الأنابيب، كما زيدت القدرة الإنتاجية لوحدة تثبيت الزيت الخام ومزيل الأملاح من الزيت الخام لتتلاءم مع الزيادة المطردة في استهلاك مصانع المنطقة الوسطى وشركات الكهرباء من الزيت الخام المعالج.

وكانت نتيجة التطور السريع الذي مرت به المنطقة الوسطى بالمملكة منذ ذلك الحين هي استمرار الزيادة في استهلاك الزيت الخام المعالج والمنتجات البترولية المكررة مما جعل زيادة الطاقة الإنتاجية للمصفاة إلى ١٢٠,٠٠٠ برميل يوميّا أمراً ملحًا. وفي أوائل عام ١٩٨١م بدأ مشروع التوسعة للمصفاة لتحقيق ذلك الهدف، كما تم إنشاء وحدة معالجة الصرف الصحي لمدينة الرياض لاستخدام المياه المعالجة في الأغراض الصناعية اللازمة لعمليات التكرير. وبحلول عام ١٩٨٤م اكتمل إنشاء وحدة ثانية لإزالة الأملاح والرواسب من الزيت الخام، وتمت زيادة قدرة المصفاة المعالجة وإزالة الأملاح والرواسب من الزيت الخام إلى ١٦٠,٠٠٠ برميل يوميًا.

ولمصفاة الرياض القدرة على إنتاج مختلف المنتجات البترولية من غاز البترول السائل والبنزين ووقود الطائرات والديزل والأسفلت إضافة إلى الزيت الخام المعالج. وتحتوي المصفاة على عدد كبير من وحدات التكرير والإنتاج الحديثة مما يجعلها تتمتع بمرونة عالية في طرق التشغيل ويمنحها القدرة على التحكم في تغيير نسب المنتجات المكررة من البنزين ووقود الطائرات بمدى متسع.

وتركز دراستنا هذه على المنتجات النهائية البيضاء white products فقط، وتشمل البنزين، وقود الطائرات JP-4 و JP-1A والكيروسين، والديزل وغاز البترول السائل. وبصفة عامة تأخذ هذه المنتجات اللون الأبيض وتعتبر سائلة بما فيها الغاز السائل. ويضاف لبعضها - مثل البنزين - مادة كيميائية بغرض تغيير لونها لتمييزها عن ألوان المنتجات البيضاء الأخرى بسبب شدة التشابه بينها. وتقاس جميع هذه المنتجات بالبرميل الأمريكي الذي يساوي ١٥٠ لترًا. كذلك فإن جميع هذه المنتجات تستخدم كوقود للمحركات. ونسبة للتجانس الواضح في طبيعة وخصائص هذه المنتجات فإننا نعالجها كطائفة واحدة تسمى بالمنتجات البيضاء. وتمثل المنتجات البيضاء ما نسبته ٨٩٪ من الناتج الكلي للمصفاة؛ ولم تتغير هذه النسبة كثيرًا خلال فترة البحث.

المتغيرات والبيانات

تعتبر المصفاة منشأة تختار مزيجًا من عناصر الإنتاج المعهودة في ظل تقنية معينة بحيث يفترض أن يحقق ذلك المزيج مستوىً إنتاجيًا معينًا بأقل كلفة ممكنة. وتستخدم المصفاة عناصر الإنتاج المتمثلة في رأس المال K، العمل L، الطاقة E والمواد الخام M. وعليه فإنه يمكن كتابة دالة الإنتاج للمنتجات البيضاء للمصفاة على النحو التالي:

$$XWP = f(K, L, E, M, T)$$

حيث:

XWP مستوى الإنتاج من المنتجات البيضاء مقاسًا بملايين البراميل.

T التقنية.

وفي ظل مستوى إنتاجي معين فإن تكلفة الإنتاج الكلية الحقيقية للمنتجات البيضاء للمصفاة يمكن كتابتها على النحو التالي:

$$RTCWP=RP_K K+RP_L L+RP_E E+RP_M M \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

حيث :

RTCWP التكلفة الحقيقية الكلية للمنتجات البيضاء بملايين الريالات .

RP_K السعر الحقيقي لرأس المال .

RP_L السعر الحقيقي للعمل .

RP_E السعر الحقيقي للطاقة .

RP_M السعر الحقيقي للمواد الخام .

ويمكن من المعادلة (١) تخفيض تكلفة الإنتاج إلى أدنى مستوى من جهة ، ومن جهة أخرى اشتقاق دالة التكاليف ودوال الطلب على عناصر الإنتاج بالطرق المتعارف عليها[١] . وتتخذ دالة تكاليف المنتجات البيضاء المشتقة من دالة إنتاج تلك المنتجات الشكل التالي :

$$RTCWP=f\,(XWP, RP_K , RP_L, RP_E , RP_M) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

وطبقًا للنظرية الاقتصادية فإن دالة التكاليف أعلاه يفترض أن تمتلك الخصائص المعهودة والمتمثلة في كونها دالة متصلة غير متناقصة لها مشتقات جزئية أولى وثانية كما أنها متجانسة من الدرجة الأولى في أسعار العناصر .

ويمكن تصنيف المتغيرات اللازمة لتقدير الدوال المنبثقة عن الدالة العامة (٢) إلى :

(أ) مستوى الإنتاج من المنتجات البيضاء XWP .

(ب) الأسعار الحقيقية لعناصر الإنتاج ، وتشمل RP_M, RP_E , RP_L , RP_K

(ج) تكاليف الإنتاج الحقيقية للمنتجات البيضاء RTCWP ؛ وتشمل التكاليف الحقيقية لرأس المال المستخدم KRCWP ، التكاليف الحقيقية للعمالة ؛ التكاليف الحقيقية للطاقة ERCWP والتكاليف الحقيقية للمواد الخام MRCWP .

هذا وقد تم الحصول على البيانات الفعلية المتعلقة بالمتغيرات الاقتصادية أعلاه من مصادر المصفاة وذلك على النحو التالي :

---

(١) انظر : Hadar [٤] ، Fuss and McFadden [٥] على سبيل المثال .

(أ) بيانات عن كمية إجمالي المنتجات البيضاء بملايين البراميل XWP؛ وهي عبارة عن مجموع المنتجات البيضاء. وتتمثل هذه في بيانات ربع سنوية تغطي الفترة من الربع الأول لعام ١٩٨٥م حتى الربع الأخير من عام ١٩٩٢م؛ أي أنها تشكل اثنين وثلاثين مشاهدة.

(ب) بيانات عن الأسعار الحقيقية لعناصر الإنتاج. حيث يتمثل السعر الحقيقي لرأس المال RP_K ببيانات عن مؤشر السعر الحقيقي للقيمة الشرائية (الأصلية) لرأس المال. وقد استخدمنا سعر المعدات الرأسمالية لمصفاة الرياض، أي سعر شراء أصول المصفاة. وتم الحصول على سعر رأس المال الحقيقي من خلال قسمة سعر رأس المال الإسمي المتحصل عليه على الرقم القياسي لأسعار المستهلكين The Consumer Price Index (CPI) وقد جرى استخدام هذا الرقم من قبل العديد من الباحثين في الدراسات التطبيقية عند تحويل أسعار عناصر الإنتاج من أسعار اسمية إلى حقيقية[٢]. وبعد ذلك تم الحصول على مؤشر سعر رأس المال الحقيقي من خلال قسمة سعر رأس المال الحقيقي خلال فترة البحث على سعر رأس المال الحقيقي لعام ١٩٨٥م، الربع الأول[٣]. وفيما يختص بالسعر الحقيقي للعمالة RP_L، وهو عبارة عن متوسط الأجر الحقيقي للعامل في المصفاة، فقد تم الحصول عليه من خلال قسمة إجمالي تكاليف القوى العاملة في مصفاة الرياض على مجموع القوى العاملة في المصفاة بذات الطريقة التي يجري اتباعها في العديد من الدراسات التطبيقية المماثلة[٤]. ومن ثم يحصل على متوسط الأجر الحقيقي للعامل وكذلك مؤشر متوسط الأجر الحقيقي بذات الطريقة التي تم اتباعها للحصول على سعر رأس المال الحقيقي ومؤشر سعر رأس المال الحقيقي أعلاه. وبالنسبة للسعر الحقيقي المرجح للطاقة RP_E وهو عبارة عن السعر المرجح لأسعار مكونات الطاقة لأغراض توليد كل من الطاقة الكهربائية والمائية والحرارية اللازمة للتكرير فإنه يلاحظ أن استهلاك المصفاة من تلك المكونات يشتمل على الغاز السائل، الديزل، زيت الوقود، المياه المعالجة لأغراض التبريد وفصل الأملاح عن الزيت الخام، النافثا الخفيفة، الكهرباء

(٢) انظر، على سبيل المثال، Meese [٦].

(٣) انظر، على سبيل المثال، Berndt and Wood [٧].

(٤) انظر، على سبيل المثال، Jha et. al. [٨].

وغاز الوقود . ولتوحيد القياس فقد قمنا بتحويل الأمتار المكعبة المستهلكة إلى براميل بالطرق التي تم وصفها أعلاه في حالة المواد الخام . كذلك تم تحويل الكميات المستهلكة من الكهرباء من وحدة القياس الخاصة بها والمتمثلة في الكيلوواط إلى براميل زيت خام معالج . فبما أن الكيلوواط يساوي ٠,٠٠٢٣ برميل من الزيت الخام المعالج [٥] . فإنه يمكن تحويل الكميات المستهلكة من الكهرباء بالكيلوواط إلى براميل من الزيت الخام المعالج بغرض توحيد قياس عناصر الطاقة . ولحساب سعر الطاقة من خلال أسعار جميع المكونات السابقة فقد حصلنا على الأسعار الخاصة بالغاز السائل ، الديزل ، زيت الوقود والزيت الخام المعالج حسب تسعيرة شركة كهرباء المنطقة الوسطى . وبالنسبة لبقية مكونات الطاقة فإنه لم تتوافر بيانات حول أسعارها بالصورة التي تفي باستعمالها في البحث [٦] . كذلك فإن متوسط سعر برميل المياه المعالجة خلال الفترة كان ٠,٥٢ ريال للبرميل متأرجحًا داخل مدى منحصر مما دفعنا لافتراض ثباته خلال فترة البحث . بعد ذلك تم الحصول على سعر الطاقة المرجح بالطريقة نفسها التي اتبعت في الحصول على السعر المرجح للمواد الخام . كما تبع ذلك الحصول على السعر الحقيقي المرجح للطاقة ، وكذلك مؤشر السعر الحقيقي للطاقة . وأخيراً فإنه فيما يختص بالسعر الحقيقي للمواد الخام RP_M فقد تم حسابه باستخدام سعر الشراء المرجح لمادة الزيت الخام ومادة رابع إيثيل الرصاص TEL . وتمثل مادة الزيت الخام ـ اللقيم ـ ومادة رابع إيثيل الرصاص أهم المدخلات الرئيسة من المواد الخام التي تدخل في عملية التكرير . وقد حصلنا على السعر المرجح للمادة الخام من خلال القانون التالي :

$$P_M = \lambda_{TEL} \times P_{TEL} + \lambda_{CRUDE} \times P_{CRUDE} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

حيث :

P_M السعر المرجح للمواد الخام .

P_{TEL} سعر برميل رابع إيثيل الرصاص .

---

(٥) مصفاة الرياض ، هندسة العمليات .

(٦) على سبيل المثال فإنه بالنسبة لغاز الوقود والنافثا الخفيفة لا توجد سوى بيانات شهرية من يناير ١٩٩١م إلى ديسمبر ١٩٩٢م .

λ_{TEL} النسبة المئوية من استهلاك مادة رابع إيثيل الرصاص إلى الاستهلاك الكلي من مادتي الزيت الخام ورابع إيثيل الرصاص بالبراميل.

P_{CRUDE} سعر البرميل المدعوم من الزيت الخام.

λ_{CRUDE} النسبة المئوية من استهلاك الزيت الخام إلى الاستهلاك الكلي من مادتي الزيت الخام ورابع إيثيل الرصاص بالبراميل.

هذا ولم تتغير النسب المئوية لاستهلاك الزيت الخام ورابع إيثيل الرصاص خلال فترة البحث نسبة لاعتبارات فنية بحتة ونسبة لقصر المدة التي تم خلالها رصد البيانات.

وبعد ذلك جرى إيجاد السعر الحقيقي المرجح للمواد الخام للبرميل وكذلك مؤشر السعر الحقيقي المرجح للمواد الخام بالطريقة ذاتها التي تم اتباعها سابقًا. ونود التنويه هنا بأن مصفاة الرياض لا يقتصر استخدامها على مادتي الزيت الخام ورابع إيثيل الرصاص بل يجري استخدام مواد كيميائية أخرى مثل الصودا الكاوية، الجير الحي، حمض الكبريتيك والمحفز الذي يحتوي بدوره على أكثر من ١٥ نوعًا من المواد الكيميائية الأخرى، وذلك في مراحل التكرير المختلفة. ولم نستطع تضمين هذه المواد في حساباتنا بحكم أن تكلفتها تعد ضئيلة مقارنة بتكلفة رابع إيثيل الرصاص والتي تشكل لوحدها ما نسبته ٧٥-٨٠٪ من إجمالي تكلفة المواد. كذلك فإن المواد التي لم تضمن تتسم بأنها ذات وحدات قياس متعددة ومختلفة، فبعضها يقاس بالقدم المكعب والبعض الآخر بالبرميل وثالث بالكيس، أو الكيلوجرام والطن المتري والرطل وغيرها. ويثير ذلك مشكلات عديدة على صعيد توحيد القياس. كما أن الكثافة تختلف بين هذه المواد اختلافًا بينًا. وحيث إن رابع إيثيل الرصاص يقاس بوحدة الطن المتري فقد تم تحويل وحدة القياس الخاصة به باتباع بعض العمليات البسيطة المنبثقة عن العلاقة المعروفة التي تجمع بين الكثافة، الكتلة والحجم بالمتر المكعب حيث توجد الكثافة كحصيلة قسمة الكتلة على الحجم. فبحكم أن كثافة رابع إيثيل الرصاص هي ١,٥٨٦ جم/ سم٣، فإن الحجم بالمتر المكعب يساوي ٠,٦٣١ وبما أن المتر المكعب الواحد يساوي ٦,٣ برميل فإن الطن المتري من المادة يعطي ٣,٩٧ برميل[٧]. وبهذه العملية الحسابية جرى

(٧) مصفاة الرياض، إدارة تخطيط التصنيع والاقتصاد.

توحيد طرق القياس لمادتي الزيت الخام ورابع إيثيل الرصاص وذلك بالبراميل .

(ج) بيانات حول التكاليف الحقيقية لجميع المنتجات النهائية الرئيسة . وتشمل هذه التكاليف الحقيقية لرأس المال المستخدم ؛ وتعكس تكلفة استخدام أصول المصفاة لإنتاج جميع المنتجات النهائية للمصفاة . وقد تم استخدام الصيغة التالية والتي يجري استخدامها في الدراسة التطبيقية كإحدى مكونات التكاليف الكلية عند تقدير دوال التكاليف :

$$C_t = PK_t (r_t + D_t)$$

حيث :

C تكلفة رأس المال المستخدم .

r سعر الفائدة .

D ثابت يقيس استهلاك رأس المال ويساوي ١٣ , ٠ للمصفاة .

وقد جرى استخدام القيمة الدفترية لأصول المصفاة في الصيغة أعلاه عند حساب تكلفة استخدام رأس المال[٨] . ويضاف إلى ذلك التكاليف الحقيقية للعمالة ؛ وتتكون هذه من الرواتب والأجور ، مصاريف التوظيف ، مصاريف التدريب ومصاريف أخرى متنوعة تتعلق بالقوى العاملة . وتضم التكاليف الحقيقية أيضًا مكونات التكاليف الحقيقية للطاقة ؛ والتي تتكون من تكلفة استهلاك كل من الغاز السائل ، الديزل ، زيت الوقود ، المياه المعالجة ، النافثا الخفيفة ، الكهرباء وغازات الوقود . كما تشمل التكاليف الحقيقية للمواد الخام ؛ والتي تتكون من تكلفة استهلاك كل من الزيت الخام (اللقيم) ومادة رابع إيثيل الرصاص .

ونود التنويه هنا إلى أن البيانات المتاحة والتي سبق أن أشرنا لها أعلاه والمتعلقة بالبيانات الخاصة بالفقرة (ج) ، تعطي إحصائيات حول مكونات التكاليف الفعلية الكلية للمنتجات النهائية الرئيسة ، ولا تعطي مكونات التكاليف الفعلية لرأس المال ، العمل ، الطاقة والمواد الخام المتعلقة بالمنتجات البيضاء على وجه الخصوص . وباستعمال النسبة المئوية لتكاليف المنتجات البيضاء إلى التكاليف الكلية لجميع المنتجات النهائية الرئيسة PRTCWP - والتي لم تتغير كثيراً خلال فترة البحث كما لاحظنا أعلاه - تم الحصول على مكونات التكاليف الحقيقية التقديرية للمنتجات البيضاء RTCWP وذلك

(٨) انظر Cowing and Holtman [٩] على سبيل المثال لا الحصر .

من خلال ضرب هذه النسبة في التكاليف الكلية لكل عنصر من عناصر الإنتاج KLEM، ومن ثم تم تحويل تلك التكاليف إلى تكاليف حقيقية من خلال قسمة كل متغير على مؤشر أسعار المستهلكين. وفي نهاية الأمر حصلنا على مجموع التكاليف الحقيقية للمنتجات البيضاء PTCWP وهي حاصل جمع المكونات السابقة.

ومن ضمن المتغيرات الأخرى التي جرى استخدامها في الدراسة متغير خطي للتقنية تم الرمز له بـ T وآخر صوري يمثل أثر انتقال ملكية مصفاة الرياض من شركة بترومين إلى شركة سمارك والذي حدث في الربع الأول من عام ١٩٩٠م حيث تم إدخال ذلك المتغير بغرض تتبع أثر هذا التغيير الإداري على تكاليف المنتجات البيضاء، ونرمز لذلك المتغير الصوري بالرمز SAMEFF .

نتائج التقدير

من الدوال التقليدية الشائعة الاستخدام في دراسات التكاليف التطبيقية دوال متواليات الحدود polynomial cost functions بأشكالها المتنوعة ودالة كوب دوجلاس Cobb-Douglas cost function بمشتقاتها المختلفة. وتمتلك هذه الأخيرة خصائص جيدة من الناحية التطبيقية حيث تقود إلى تقدير العديد من المعالم ذات الأهمية مثل مرونة التكاليف - الإنتاج ونمط وفورات الحجم وهيكل اقتصاديات الحجم. غير أنه يعاب عليها أنها تقود لمرونة إحلال مقيدة بالواحد الصحيح؛ إذ قد لا يصح ذلك في الكثير من الحالات.

ونتبع في إيرادنا لنتائج الانحدارات الخاصة بهذه الدوال المنهجية المقترحة من قبل Leamer [١٠] وذلك من خلال استعمال تحليل الحدود القصوي extreme bounds analysis (EBA) حيث ننظر لمتغير الإنتاج XWP على أنه المتغير الأساسي في مختلف الانحدارات. وبملاحظة المدى الضيق الذي تتأرجح داخله المقدرة التابعة لذلك المتغير الأساسي بأشكاله المختلفة - وهي معلمة المرونة الأكثر أهمية من بين مختلف المعالم المقدرة في نماذج الانحدار - فإننا نستنتج أن البيانات قد قادت إلى معلومات كافية ومقدرات مقنعة عن حجم المرونة.

وباستخدام دوال تكاليف متوالية الحدود توصلنا إلى النتائج التالية كما هو مبين في الجدول رقم (١) أدناه:

جدول رقم ١ . دوال تكاليف متواليات الحدود .

المتغيرات	الخطي	التربيعي	التكعيبي
XWP	١٨,٧٢٩	٨,١٧١-	٢٠,٤٣٨
	*(٥,٤١٢)	(٠,١٨٩-)	(٠,٠٥٦-)
XWP^2	-	١,٥٧٥	٣,٠٣٤
	-	(٠,٦٢٣)	(٠,٠٧١)
XWP^3		-	٠,٠٥٧
	٨,٠٣٩-	-	(٠,٠٣٤)
T	*(٥,٦٠٥-)		٧,٩٠٧-
		٧,٩٠٤-	*(٥,٦٦٤-)
Constant	٢٩٢,٣٦٢	*(٥,٨١٣-)	٤٣٤,٥١٨
	*(٦,٥٢٠)	٤٠٠,٨٠٠	(٠,٤٢٤)
AR(1)	٠,٥٧٠	*(٢,٢٣٥)	(٠,٥٣٧
	*(٣,٥٤٤)	٠,٥٣٨	*(٣,١١١)
F	٧٦,٥٢١	*(٣,١٩٦)	٤٣,١٣٦
	٠,٨٨٣	٥٦,٠٧٤	٠,٨٧٥
R^2	٣٠,٦٣٣	٠,٨٨٠	٣١,٦٢٨
	١,٩٧٣	٣١,٠١٤	١,٩٩٢
SE		١,٩٩٣	
DW			

- القيم بين الأقواس هي قيم t .
- * تعني معنوية إحصائيًا على مستوى ٥٪ .
- XWP^2 هي مربع مستوى الإنتاج ، XWP^3 هي مكعب مستوى الإنتاج .
- AR (1) هي مقدرة الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى . SE الخطأ المعياري للانحدار .

ومما تقدم يتضح أن النموذج الخطي شكّل أفضل النماذج مقارنة بمتواليات الحدود الأخرى . فقيم t تشير إلى معنوية المعالم كما كانت القيم الخاصة بمعامل التحديد المتعدد $\bar{R}^2$ وإحصاء F أعلى من نظيرتيها في النموذجين التربيعي والتكعيبي .

وبالنظر إلى النتائج نلاحظ أن إشارة معاملات المتغيرات المستقلة للنموذج الخطي كانت متفقة مع ما هو متوقع منها على الصعيد النظري ، فقد كان معامل كميات المنتجات البيضاء معنويًا عند مستوى ٥٪ وأخذ إشارته الموجبة المتوقعة . أما متغير T فقد اتخذ شارة سالبة كما هو متوقع له وكان معنويًا على مستوى ٥٪ بما يعني أن التطور

التقني وتحسن المعرفة الفنية بطرائق الإنتاج قد أثمر تخفيضًا في التكاليف عبر فترة الدراسة. ومن الأشياء التي أسهمت في تحقيق ذلك الأمر تدريب وتطوير القوى العاملة بالمصفاة مما خفض من تكاليف الإنتاج عبر آثار التعلم learning effects .

هذا وقد تم إعادة تقدير الدالة المختارة أعلاه بغرض اختبار احتمال حدوث انتقال في هياكل التكاليف كنتيجة للتغيير الإداري الذي جرى في الفترة ١٩٨٩ ,٤ من بترومين إلى سمارك. وقد تم ذلك الإجراء باستعمال اختبار جاو Chow Test للانتقال الهيكلي. ويتضمن الاختبار استخدام المتغير الصوري SAMEFF للقاطع والميل. وقد أشارت النتائج التي تحصلنا عليها إلى عدم معنوية المتغير الصوري SAMEFF بشكليه المستخدمين وذلك عبر إحصاءات t المتحصل عليها والتي كانت -٠,٤٤٠ بقيمة احتمال تساوي ٠,٦٦٤ وذلك للقاطع، و ٠,٠٠٦ بقيمة احتمال ٠,٩٩٥ وذلك للميل. وباختبار الفرضية المركبة المتضمنة لاحتمال تماثل القطاع والميل معًا عبر فترتي ما قبل الاندماج وما بعده، تحصلنا على إحصاء F المحسوب والذي بلغت قيمته ١,٢١٥ بقيمة احتمال تساوي ٠,٣١٢ ويشير هذا إلى قبول الفرضية العدمية، أي أن هياكل التكاليف في المصفاة لم تتأثر كثيرًا بالتحول الإداري الذي حدث. ونتيجة لذلك فقد قمنا باستبعاد المتغير الصوري SAMEFF والاعتماد على النتائج الواردة في الجدول رقم (١) للدالة الخطية بغرض إجراء التحليلات الخاصة بالمرونة وغيرها، كما تم استبعاد المتغير نفسه من بقية النماذج المستخدمة في البحث.

ويمكن إيجاد مرونة التكاليف - الإنتاج من خلال العلاقة المعروفة :

$$\varepsilon_{RTCWP,XWP} = \frac{MC}{AC}$$

حيث :

MC التكلفة الحدية .

AC التكلفة المتوسطة الكلية .

وحيث إن :

$$MC = \frac{d(RTCWP)}{d(XWP)} = \hat{\beta}$$

$$= 18.729 SR / BLS$$

أي أن التكلفة الحدية للبرميل الواحد من المنتج تساوي ١٨,٧٢٩ ريال عند نقطة الوسط . كما أن التكلفة المتوسطة الكلية للبرميل من المنتج الأبيض كانت تساوي ٣٦,٣٢ ريال عند نقطة الوسط . ومن هاتين القيمتين يمكن إيجاد مرونة التكاليف - الإنتاج على أنها ٠,٥١٦ بما يعني أنها غير مرنة . وفيما يختص بعوائد الحجم، والتي تحسب بمعكوس مرونة التكاليف - الإنتاج، فقد كانت قيمتها ١,٩٣٩ وهي قيمة تفوق الواحد الصحيح بما يعني أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة . وعليه فإنه يمكن الحصول على زيادة نسبية معينة في الإنتاج مقابل زيادة أقل نسبيًا في التكاليف . ويتفق هذا الأمر مع حقيقة أن المصفاة كانت طيلة فترة البحث تنتج بأقل من طاقتها الإنتاجية القصوى . فالطاقة التصميمية للمصفاة تكلف حداً أقصى من الإنتاج بواقع ١١٨,٤٤٠ برميل يوميًا بينما شكل متوسط الإنتاج الفعلي خلال الفترة إياها ١٠١,٩١٨ برميل . ويعني هذا أن المصفاة كانت تعمل في المنطقة التي تتزايد فيها التكاليف بمعدل متناقص ومن ثم تتناقص فيها التكاليف المتوسطة . ويلاحظ أيضًا في هذه الحالة أن التكاليف المتوسطة الكلية تفوق التكاليف الحدية - وذلك إذا ما تم قياسهما عند نقطة الوسط . وتتفق جملة هذه الأشياء مع منطقية أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة واقتصاديات موجبة بلغ حجمها ٠,٩٣٩ .

بعد ذلك تم تقدير دالة كوب - دوجلاس البسيطة حيث كانت نتيجة التقدير :

$$\underset{}{\ln RTCWP_t} = \underset{(10.023)}{12.690} + \underset{(5.966)}{0.465}\ln XWP_t - \underset{(-3.603)}{0.033}T$$

$$\bar{R}^2 = 0.91, \quad F=106.30, \quad DW = 2.12,$$

ويتضح حسن توفيق النموذج قياسًا بمعامل التحديد المتعدد وإحصاء F المحسوب المرتفعي القيم . وبالنسبة للمعالم المقدرة فقد اتخذت الإشارات المتوقعة لها كما كانت معنوية على المستوى المعتاد ٥٪ . ويمكن من النموذج أعلاه الحصول على مرونة التكاليف - الإنتاج مباشرة عبر قيمة المعلمة الخاصة بمتغير الإنتاج . وقد بلغت المرونة ما قيمته ٠,٤٦٥ ويلاحظ أنها لا تختلف كثيراً عن القيمة التي تحصلنا عليها سابقًا من النموذج الخطي . ومن هذه القيمة وباستخدام العلاقة التي تجمع بين المرونة والتكاليف الحدية والمعطاة بـ :

$$MC = \varepsilon_{RTCWP,XWP} AC$$

يمكن حساب التكلفة الحدية لإنتاج البرميل الواحد حيث تبلغ ١٦,٩ ريال وذلك عند نقطة الوسط للتكاليف المتوسطة. ومرة أخرى يلاحظ كبر التكاليف المتوسطة مقارنة بالتكاليف الحدية. ومن النتائج أعلاه يمكن حساب عوائد الحجم للمصفاة والمتمثلة بمعكوس قيمة المرونة أعلاه حيث تبلغ ٢,١٥٠ وهي قيمة تفوق الواحد الصحيح كثيراً بما يعني أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة. كما نستنتج أن اقتصاديات الحجم تساوي الـ ١,١٥٠ وهي موجبة. وتعتبر هذه النتائج تأييداً لما سبق التحصل عليه من خلال النموذج الخطي، كما أنها تتفق مرة أخرى مع ما هو معروف عن صناعة التكرير بصفة عامة من ناحية أنها صناعة تحكمها عوائد الحجم المتزايدة وتسودها اقتصاديات الحجم الموجبة. ولقد توصل Haldy and Whitcomb [١١] لنتائج مشابهة مستعملين دالة كوب-دوجلاس في دراستهم المكثفة عن الصناعات التكريرية والتي تضمنت عينة تشمل سبعة وخمسين مصفاة بهدف التعرف على طبيعة عوائد الحجم. وقد تبين من النتائج التي تحصلا عليها أن ستة وخمسين مصفاة كانت ذات وفورات حجم متزايدة واقتصاديات حجم موجبة.

وبعد ذلك تم تقدير دالة تكاليف كوب - دوجلاس المدعومة بالأسعار غير المقيدة، أي التي لا تعمل تحت قيد التجانس من الدرجة الأولى في الأسعار، وقد كانت نتائج التقدير كما يلي:

$$\underset{}{\ln RTCWP_t} = \underset{(13.520)}{14.759} + \underset{(4.720)}{0.323}\ \ln XWP_t + \underset{(0.400)}{0.057}\ \ln RP_L + \underset{(8.280)}{1.244}\ \ln RP_K$$

$$+ \underset{(2.570)}{0.137}\ \ln RP_E + \underset{(2.340)}{0.206}\ \ln RP_M - \underset{(4.080)}{0.011}T$$

$$\bar{R}^2 = 0.966, \quad F=147.4, \quad DW = 1.603$$

وتتفوق هذه المعادلة إحصائيًا على المعادلة السابقة. ويلاحظ أن جميع المعاملات المقدرة - ما عدا معامل سعر العمل - قد كانت معنوية عند المستوى ٥٪ كما أنها اتخذت شاراتها المتوقعة حسب دواعي النظرية الاقتصادية. وقد يعود السبب في عدم معنوية سعر العمل إلى أن المصفاة تعتمد بصورة أساسية على رأس المال والطاقة والمواد الخام مقارنة مع عنصر العمل. كذلك فإن سعر العمل هو حاصل قسمة مجموع التكاليف الكلية للقوى العاملة على عدد العمال. ولم يتغير عدد العمال كثيراً في المصفاة من واقع البيانات

المتعلقة بالقوى العاملة في المصفاة . أما فيما يتعلق بمعامل المتغير الخاص بالتقنية فقد اتخذ إشارته السالبة المتوقعة كما كان معنويًا على مستوى ٥٪ بمثلما كان الأمر في النموذج السابق .

ويمكن استنتاج مرونة التكاليف ـ الإنتاج من المعادلة المقدرة أعلاه ، حيث تساوي الآن ٠,٣٢٣ وقد اختلفت هذه القيمة عن القيم المتحصل عليها من النموذجين السابقين إلا أنها بقيت داخل المدى الذي يشير إلى استجابة غير مرنة . وبما أن التكلفة الحدية تساوي حصيلة مضروب المرونة في التكاليف المتوسطة المقاسة عند نقطة الوسط فإننا نحصل على تكلفة حدية للبرميل من المنتج الأبيض تساوي ١١,٧٣ ريال وفقا لهذا النموذج . ومرة أخرى نلاحظ أن التكلفة المتوسطة للبرميل تفوق التكلفة الحدية ، أي أن الإنتاج يجري على اليسار من النقطة الدنيا للتكاليف المتوسطة الكلية . أما عوائد الحجم تبعًا لهذا النموذج فإنها تساوي ٣,٠٩٦ بما يعني أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة تبعًا لدالة كوب ـ دوجلاس المدعومة بالأسعار غير المقيدة . كما أن اقتصاديات الحجم موجبة وتساوي ٢,٠٩٦ . ويتفق هذا مرة أخرى مع حقيقة إنتاج المصفاة في المرحلة الأولى من الإنتاج . أما فيما يختص بشكل دالة التكاليف المتوسطة المترتبة على الدالة أعلاه فإنها تتخذ شكل L كما هو معلوم لهذا النوع من الدوال .

بعد ذلك تسنى لنا تقدير دالة كوب ـ دوجلاس المدعومة بالأسعار والمقيدة بالتجانس . ومن النظرية الاقتصادية يتمثل قيد التجانس من الدرجة الأولى بـ :

$$\beta_k + \beta_L + \beta_E + \beta_M = 1$$

وباستعمال هذا القيد نتحصل على الدالة المقيدة :

$$\ln RTCWP_t - \ln RP_{Et} = \alpha + \beta \ln XWP_t + \beta_k \ (\ln RP_{Kt} - \ln RP_{Et})$$

$$+ \beta_L (\ln RP_{Lt} - \ln RP_{Et}) + \beta_m \ (\ln RP_{Mt} - \ln RP_{Et}) + \varepsilon_t$$

وهي الدالة نفسها التي استعملها Nerlove [١٢] في دراسته الشهيرة عن تكاليف محطات الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة الأمريكية . هذا وبتقدير الدالة حصلنا على العلاقة التالية :

$$\ln TCWP_t - \ln RP_{Et} = \underset{(7.065)}{12.839} + \underset{(3.826)}{0.435}\ \ln XWP_t + \underset{(4.588)}{0.976}\ (\ln RP_{Kt} - \ln RP_{Et}) - \underset{(-4.581)}{0.698}\ (\ln RP_{Lt} - \ln RP_{Et}) + \underset{(4.764)}{0.453}\ (\ln RP_{Mt} - \ln RP_{Et})$$

$$\bar{R}^2 = 0.720 \qquad SSE = 0.285 \qquad DW = 1.990$$

ومرة أخرى فإن النموذج يتميز بحسن توفيقه حكمًا بقيم معامل التحديد المتعدد المعدل والخطأ المعياري للمعادلة المقدرة[٩]. وقد كانت إشارات المتغيرات المستقلة موجبة كما ينبغي أن تكون كما اتسمت بالمعنوية الإحصائية على مستوى ٥٪ وذلك فيما عدا المعلمة الخاصة بسعر العمل المصحح حيث أعطت قيمة سالبة. ويمكن أن يعلل ذلك الأمر بالتفسير ذاته الذي طرحناه في النموذج السابق للنتيجة المشابهة. هذا وقد كانت مرونة الإنتاج ـ التكاليف تبعًا لهذا النموذج مساوية لـ ٠,٤٣٥ وهي قيمة تقترب كثيراً من تلك المتحصل عليه تحت ظل نموذج كوب ـ دوجلاس الأصلي، ومنها فإن عوائد الحجم التي تحققها المصفاة تساوي ٢,٢٩٩ بما يعني أنها متزايدة كما أن اقتصاديات الحجم شكلت قيمة موجبة. ومرة أخرى تتفق جملة هذه النتائج مع حقيقة أن المصفاة تعمل عند المستوى الذي يقل عن أقصى إنتاج ممكن تحقيقه حسبما تقدم ذكره. وكذلك فإن دالة التكاليف المتوسطة المترتبة على الدالة أعلاه تأخذ شكل L حيث تتناقص التكاليف فعليًا وتنتج المصفاة في ذلك الجزء من منحنى التكاليف المتوسطة الذي تفوق فيه التكاليف المتوسطة رصيفتها (نظيرتها) الحدية، ويتحقق هذا الأمر في المرحلة الأولى للإنتاج.

ولكي نتحصل على دالة تكاليف متوسطة أكثر عمومية تسمح بالتزايد مرة أخرى بعد التناقص، أي تتخذ الشكل U عوضًا عن أن تتخذ الشكل L، فقد قمنا بتقدير دالة تكاليف تربيعية لوغاريثمية في الناتج، أي:

$$\ln RTCWP = \alpha + \beta_1 \ln XWP_t + \beta_2 \ln XWP_t^2 + \beta_3 T + \varepsilon_t$$

(٩) قدر هذا النموذج أيضًا باستعمال متغير الزمن كمعبر عن التطور التقني وأثره الخافض للتكاليف، غير أن ذلك أدى لانخفاض ملحوظ في معنوية بعض المعالم ذات الأهمية، لذلك لم تورد تلك النتائج.

حيث تم التحصل على العلاقة المقدرة التالية :

$$\underset{}{\text{InRTCWP}} = \underset{(2.180)}{315.980} - \underset{(-2.069)}{37.659}\,\text{InXWP}_t + \underset{(2.095)}{1.197}\,\text{InXWP}_t^2 - \underset{(-4.860)}{0.029}\text{T}$$

$$\bar{R}^2 = 0.896 \qquad F = 65.550 \qquad SEE = 0.261 \qquad DW = 2.179$$

وتتمثل مرونة الإنتاج ـ التكاليف المنبثقة عن هذه الدالة بالصيغة :

$$\varepsilon_{RTCWP,XWP} = \frac{\partial \text{InRTCWP}}{\partial \text{InXWP}} = \hat{\beta}_1 + 2\hat{\beta}_2 \text{ In XWP}$$

وبإجراء القياس عند نقطة الوسط الخاصة بلوغاريثم متغير الإنتاج نحصل على معامل للمرونة يساوي ٠,٧١٧ ورغم أن الصورة العامة للمرونة بقيت مشابهة لتلك التي تم الحصول عليها من النماذج السابقة حيث تتحقق زيادات نسبية في الإنتاج في ظل زيادات نسبية أقل حجمًا في التكاليف، إلا أن حجم المرونة قد ارتفع كثيرًا عن ما كان عليه. وبالإضافة إلى أن النموذج التربيعي يسمح بتصوير أنماط للتكاليف تماثل الشكل النظري المتوقع، أي U، فإنه يمكن أن يستخدم للحصول على أدنى نقطة للتكاليف حيث يتأتى ذلك باستخدام شرط الدرجة الأولى الضروري لتدنية الدوال. ويقود تطبيق ذلك الشرط إلى معادلة تفاضلية مطابقة لمعادلة المرونة أعلاه يجب مساواتها بالصفر [١٠] حسب مقتضيات الشرط الضروري، أي :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{RTCWP,XWP} &= \frac{\partial \text{InRTCWP}}{\partial \text{InXWP}} \\ &= \hat{\beta}_1 + 2\hat{\beta}_2 \text{ In XWP} \\ &= -37.659 + 2(1.198)\text{InXWP} = 0\end{aligned}$$

ومنها فإن مستوى الإنتاج الذي يحقق أقل تكلفة ممكنة هو ٦,٦٩٥ مليون برميل ربع سنوي. ويماثل هذا مستوى مقدرا من المنتجات البيضاء يبلغ ٧٣,٠٠٠ برميل يوميًا. كما يقابل تكلفة دنيا يتم الحصول عليها بالتعويض في دالة التكاليف اللوغارثيمية التربيعية مقدارها ٢٦٦,٢٠٦ مليون ريال ربع سنوي. ومما يجدر ذكره أن التكاليف الفعلية للمنتجات البيضاء في المصفاة للربع الأخير من ١٩٩٢م قد بلغت ٢٣٦,١٢٦ مليون ريال.

(١٠) في الواقع إن أدنى تكاليف تتحقق عندما تكون المرونة مساوية تمامًا للصفر.

الخاتمة

تناول هذا البحث المسائل المتعلقة بتكاليف الإنتاج في إحدى المصافي الرئيسة التي تشكل قطاع التكرير في المملكة العربية السعودية. وقد أعطى البحث اهتمامًا خاصًا لتحديد المتغيرات التي تدخل في الدراسة، كما تناول بصورة مفصلة الأساليب التي اتبعناها لقياس تلك المتغيرات اعتمادًا على البيانات المتاحة للفترة ١/ ١٩٨٥ - ٤/ ١٩٩٢م. هذا وقد تم استخدام عدد من الدوال التقليدية والمطورة التي تستخدم في دراسات التكاليف والتي بقيت نتائجها متقاربة من بعضها البعض. وقد اتفقت معظم النتائج التي تحصلنا عليها من النماذج البديلة على جملة من الأشياء أهمها أن استجابة التكاليف - الإنتاج تتميز بأنها غير مرنة. ويعني ذلك أن الإنتاج في المصفاة يقع داخل المرحلة الأولى من مراحل الإنتاج. كما يترتب عليه أن المصفاة تحقق وفورات حجم متزايدة وذات اقتصاديات حجم موجبة حيث تعمل على الجزء المتناقص من دالة التكاليف المتوسطة للمدى الطويل الخاصة بها.

ويتضح من النتائج أن التطور التقني الذي حدث في أساليب الإنتاج بالمصفاة قد أدى إلى تخفيض التكاليف - ربما بسبب تحسين كفاية الإنتاج - نتيجة لاستقطاب الطرق الحديثة ولتحسن المعرفة الفنية بسبب عوامل «التعلم من الخطأ» التي تمارس مفعولها المعروف في خفض التكاليف. كذلك فإن التحول الإداري في ملكية المصفاة من شركة بترومين إلى شركة سمارك لم يؤد إلى اختلاف يذكر في تكاليف الإنتاج.

ويترتب على النتائج المتحصل عليها أن هنالك طاقة فائضة في المصفاة يؤدي استغلالها إلى زيادة الإنتاج حيث يقابل ذلك زيادة نسبية أقل في عنصر التكلفة - أي أن هنالك مجالاً متسعًا لاستثمار وفورات الحجم المتحققة في المصفاة.

المراجع

[١] *مجلة بترومين*، السنة الأولى (١٩٨٧)، العدد الثاني، ص ٣٥.

[٢] الخولي، سيد فتحي. *«اقتصاد النفط»*، ط٢. جدة: دار حافظ للنشر والتوزيع، ١٩٩٠م.

[٣] مجلة سمارك، السنة الثانية (١٩٨٩)، العدد ١٠، ص٣٨.

[٤] Hadar, A. "*Mathematical Theory of Economic Behavior*". Mass.: Addison-Wesley, Reading, 1971.

[٥] Fuss, M. A. and McFadden, D. "*Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*." New York: North Holland, 1978.

[٦] Meese, R. "Dynamic Factor Demand Schedules for Labor and Capital Under Rational Expectations, *Journal of Econometrics*, 14 (1980), pp. 141-58.

[٧] Berndt, E. R. and Wood, D. O. "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy", *The Review of Economics and Statistics*, 57 (1975), pp. 295-68.

[٨] Jha, R.; Murty, M. N. ; Paul, S. and Sahni, B. S. "Cost Structure of the Indian Cement Industry", *Journal of Economic Studies*, 18, No. 4 (1991), pp. 59-67.

[٩] Cowing, T. G. and Holtman, A. G. "Multiproduct Short-run Hospital Cost Functions: Empirical Evidence and Policy Implications from Cross-section Data", *Southern Economic Journal,* 49 (1983), pp. 637-53.

[١٠] Leamer, E. E. "*Specification Searches: Ad Hoc Inference with Nonexperimental Data*". NewYork: John Wiley and Sons, 1978.

[١١] Haldy, J. and Whitcomb, D. "Economies of Scale in Industrial Plants", *Journal of Political Economy,* 75 (1967), pp. 373-85.

[١٢] Nerlove, M. "Returns to Scale in Electricity Supply", In: C. F. Christ et. al. "*Measurement in Econometrics: Studies in Mathematical Economics and Econometrics in Memory of Yehuda Grunfeld*". Stanford: Stanford University Press, 1963.

Conventional Cost Function of the Refining Industry in KSA: A Case Study of Riyadh Refinery

M. M. El-Harthy and A-M.M.Abdel-Rahman

Aramco Co., Al-Zahran and College of Administrative Sciences, King Suad University, Riyadh, Saudi Arabia

(Received on 23/11/1415, accepted for publication on 28/11/1416 A.H.)

Abstract. In this paper, we study the cost structure of the refining Industry in the Kingdom of Saudi Arabia taking the Riyadh Refinery as a case study. The study exploits a number of conventional cost functions ranging from representative polynomial cost functions to the different variants of the Cobb-Douglas cost function. Using conventional statistical and economic criteria, a restricted Cobb-Douglas formulation which incorporates the heterogeneity constraint was deemed the most appropriate. Results obtained generally show that the relationship between costs and output is inelastic. Increasing returns to scale govern the production process in the refinery and positive economies of scale predominate. The results point to the fact that the refinery was operating on the declining portion of its Average Cost curve where average costs exceed marginal costs, i.e. production tended to lie in stage one of production during the sample period.